



De PerceelVerdeler; optimaal verdelen van de beschikbare mest op het melkveebedrijf



April 2017

Rapportnummer 78

Wageningen Plant Research 676



Colofon

Uitgever

Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen
Telefoon 0317-480177
E-mail: info@koeienenkansen.nl
Internet: <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Bestellen

ISSN 0169-3689

Koeien & Kansen werkt aan een toekomst voor 'schone melkers'.

Het project Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen UR en adviesdiensten. Op verzoek van het ministerie van EZ en ZuivelNL toetst, evalueert en verbetert het project de effectiviteit en uitvoerbaarheid van (voorgenomen) mest- en milieuwetgeving onder praktijkomstandigheden en ondersteunt het de Nederlandse melkveehouderijsector bij de implementatie ervan.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de PPS Meerwaarde Mest en mineralen (TKI-AF-12178). Dit onderzoek is gefinancierd door



De PerceelVerdeler; optimaal verdelen van de beschikbare mest op het melkveebedrijf

Jouke Oenema¹, Koos Verloop¹, Gerjan Hilhorst²

¹Wageningen Plant Research,
²Wageningen Livestock Research

Samenvatting

Sinds invoering van de gebruiksnormen is het gebruik van N- en P_2O_5 -meststoffen begrensd. Elk bedrijf heeft daardoor een bepaalde hoeveelheid beschikbare mest, een budget (dierlijke mest en kunstmest). Met dit budget 'moet elke melkveehouder het doen'. Bij een goed mestmanagement bieden de gebruiksnormen in veel situaties nog voldoende ruimte om de ruwvoerproductie en de mineralenbenutting te verhogen.

De PerceelVerdeler berekent een zo goed mogelijke verdeling van het meststoffenbudget over de percelen op het melkveebedrijf. Daarbij houdt de PerceelVerdeler de voorraden op het bedrijf bij. Dit geeft behalve inzicht in de beschikbaarheid op jaarbasis, ook inzicht in de beschikbaarheid gedurende het groeiseizoen. Met deze verbinding van de beschikbaarheid van mest op bedrijfsniveau en de behoefte van percelen voegt de PerceelVerdeler iets toe aan andere al bestaande adviesssystemen.

De PerceelVerdeler ondersteunt veehouders bij de verdeling van de beschikbare mest over percelen waarbij rekening wordt gehouden met het gewas (gras en maïs). De tool:

- verdeelt N, P_2O_5 en K_2O uit organische mest en kunstmest;
- berekent voor elk gras- en maïspancel een jaargift en voor elk graspancel ook de gift in de eerste snede;
- brengt de voorraad organische mest in beeld in het bemestingsseizoen;
- produceert een werklĳst voor de uitvoering van de bemesting.

Bij de adviesgiften voor N en P_2O_5 op grasland en maĳland integreert de PerceelVerdeler verschillende factoren die belangrijk zijn voor maatwerk in bemesting over de percelen. Deze factoren zijn:

- Opbrengstcapaciteit
- Gewashistorie (wisselbouw, inclusief vanggewas)
- Aanvoer uit andere bronnen dan mest (weidemest, N-binding)
- De bodemvruchtbaarheid voor N en P_2O_5 .

De PerceelVerdeler kan vooral voordeel hebben op bedrijven met een sub-optimale N bemesting in gras – wat vaak gepaard gaat met een laag RE gehalte in voorjaarskuilen van gras. Op deze bedrijven kan een hogere mestgift in gras heel effectief zijn en het is dan de vraag op welke plekken op het bedrijf die mest 'vrijgespeeld' kan worden. De PerceelVerdeler brengt dit in beeld. Kennis van de verschillende percelen is belangrijk om de mest goed te verdelen. Die kennis van percelen voor het uitvoeren van een goed mestmanagement hebben is in de PerceelVerdeler zo praktisch mogelijk benaderd. Het principe achter een goed mestmanagement is om de mest daar te brengen waar het nodig is (efficiënt bemesten). De aanname is dat bij een op maat verdelen van mest over de percelen de terugwinning van mineralen in het gewas hoger is dan bij een gelĳke verdeling van mest over de percelen.

De PerceelVerdeler daagt veehouders uit om op een andere manier naar de mestverdeling te kijken dan ze gewend zijn. Wij verwachten hiervan een leer-effect dat leidt tot nieuwe vragen en oplossingen.

Voorbeelden zijn:

- Een beter besef van de grenzen aan de gebruiksruimte.
- Het ontdekken van percelen waar minder bemest kan worden gebracht dan voorheen gedacht.
- Bewustwording van het effect van het N- en P_2O_5 -gehalte van mest op de adviesgift in m^3/ha .
- Inzicht in het voordeel van het afstemmen van de mestvoorraden met een verschillende kwaliteit op percelen met een verschillende behoefte.
- Inzicht in de gevolgen van de mestopslagcapaciteit en van de timing van mestafvoer voor de beschikbaarheid van mest in de tweede snede gras.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
2	De ontwikkeling van de PerceelVerdeler	4
3	Uitgangspunten, uitwerking en rekenregels	5
3.1	Inleiding	5
3.2	Kenmerken en uitgangspunten	5
3.3	Uitwerking; van invoer tot uitvoer	7
3.3.1	Invoer	7
3.3.2	Uitvoer	9
3.4	Rekenregels	11
3.4.1	Bepaling van de gewasbehoefte	11
3.4.2	Bepaling van de behoefte aan meststoffen	12
3.4.3	Instellingen	13
4	Voorbeeld	14
4.1	Invoer	14
4.2	Uitvoer	16
4.2.1	Maïspercelen	16
4.2.2	Graspercelen	17
4.2.3	Mestbalans	18
4.2.4	Werklijst	19
5	Discussie	21
5.1	Het toepassingsgebied van de PerceelVerdeler	21
5.2	Het principe van efficiënt bemesten	21
5.3	Nawerking van ondergeploegde graszode	22
5.4	Eenvoud, complexiteit en databehoefte	22
5.5	Wetenschappelijke verantwoording	23
5.6	Leren bij gebruik	23
5.7	Andere adviessystemen	23
	Literatuur	25

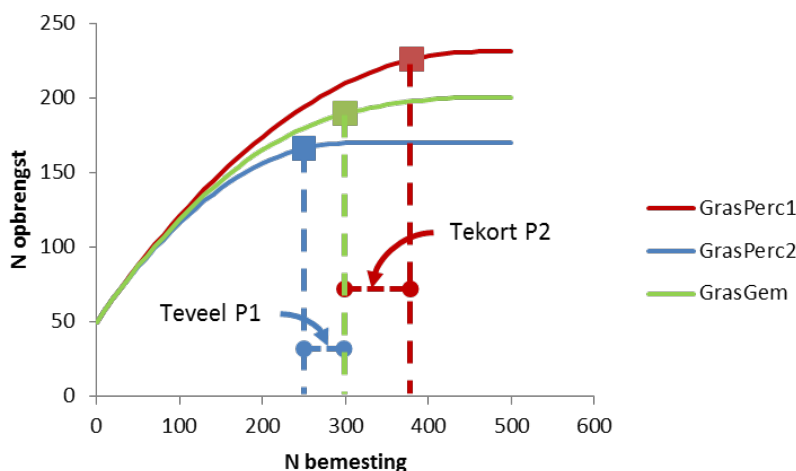
1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de PerceelVerdeler. Dit is een instrument (computerprogramma) dat in het project 'Koeien & Kansen' is ontwikkeld om melkveehouders te ondersteunen bij het opstellen van een bemestingsplan. Dit rapport beschrijft de opzet van de PerceelVerdeler en expliciteert keuzes die gemaakt zijn bij het maken van het programma. Bovendien geeft dit rapport aan de hand van een voorbeeld welke stappen doorlopen (invullen van gegevens) om tot een resultaat en een werklijst te komen in termen van kuubs mest/ha en kg kunstmest/ha/perceel.

1.1 Achtergrond

Efficiënt bemesten

Het project 'Koeien & Kansen' zoekt naar mogelijkheden om de ruwvoerproductie en de mineralenbenutting te verhogen. Een hoge mineralenbenutting door gewassen houdt in dat veel van de toegepaste meststoffen worden opgenomen door de gewassen op het bedrijf. De verhouding tussen opname door gewas en aanvoer naar de bodem is dus hoog. De mineralenbenutting wordt bepaald door veel verschillende factoren, waarvan sommige niet of moeilijk te beïnvloeden zijn, bijvoorbeeld de weersgesteldheid en een deel van de bodemgesteldheid. Maar de mineralenbenutting wordt ook sterk bepaald door het mestmanagement. En dat kun je optimaliseren. Een belangrijk onderdeel van het mestmanagement is de verdeling van de beschikbare mest over het land. In essentie gaat het bij het zo goed mogelijk verdelen van mest over de bedrijf hierom: voorkom dat mest wordt gebracht op plekken waar het niet goed benut wordt door gewassen en waar het grotendeels verloren gaat. De verliezen schaden het milieu en wat je kwijt bent, komt niet meer in de plant. De positieve formulering van deze richtlijn is: breng de mest waar het nodig is: bemesten op maat (Figuur 1.1)



Figuur 1.1 Schematische weergave voor stikstof (N) van het effect van perceelsgericht bemesten op de N voorziening van twee percelen met een verschillende opbrengstrespons. GrasPerc1 is de grasrespons curve van een laag productief perceel, GrasPerc2 van een hoog productief perceel en GrasGem is de gemiddelde respons van beide percelen. Als de bemesting van N afgestemd wordt op de gemiddelde respons, wordt GrasPerc1 over-bemest, wat hoge verliezen in de hand werkt en wordt GrasPerc2 onder-bemest, waardoor de potentiële opbrengst op dit perceel niet benut wordt. Afstemming van de bemesting op de gemiddelde situatie gaat dus ten kosten van de benutting van N en van opbrengst.

Bemesten op maat kan uitgevoerd worden tot op een schaal van vierkante meters: precisiebemesting (o.a. Shaw et al., 2016). Als we deze precisie afzetten tegen de huidige praktijk is het verschil enorm. In de huidige praktijk wordt veelal alleen een verschil gemaakt tussen de hoofdgewassen gras en maïs. Binnen elke gewasgroep wordt het areaal vaak min of meer gelijk bemest. De PerceelVerdeler is erop gericht om

hier een verfijning in te brengen op het niveau van kavels of percelen. Bemesten op maat naar behoefte van percelen, ofwel: perceelsgericht bemesten.

Het verdelingsvraagstuk

Het landbouwkundige voordeel van perceelsgericht bemesten is sinds invoering van de gebruiksnormen belangrijker geworden. Sinds invoering van de gebruiksnormen is het gebruik van N- en P_2O_5 -meststoffen begrensd. Elk bedrijf heeft daardoor een bepaalde hoeveelheid beschikbare mest, een budget (dierlijke mest en kunstmest). Met dit budget 'moet elke melkveehouder het doen'. Als er fouten zijn gemaakt bij de bemesting, waardoor de mest niet goed benut kan worden, kan dit niet meer gerepareerd worden door wat extra (kunst)mest aan te voeren, terwijl dit voor invoering van de gebruiksnormen nog wel kon. Bij een goed mestmanagement bieden de gebruiksnormen in veel situaties nog voldoende ruimte voor een goede gewasproductie (hoewel er veel signalen zijn dat met name het ruw eiwitgehalte in gras onder druk staat). Maar de verliezen die het gevolg zijn van het niet goed verdelen van de mest kan de melkveehouder zich feitelijk niet langer veroorloven.

De PerceelVerdeler

De PerceelVerdeler berekent een zo goed mogelijke verdeling van het meststoffenbudget over de percelen op het melkveebedrijf. Daarbij houdt de PerceelVerdeler de voorraden op het bedrijf bij. Dit geeft behalve inzicht in de beschikbaarheid op jaarbasis, ook inzicht in de beschikbaarheid gedurende het groeiseizoen. Met deze verbinding van de beschikbaarheid van mest op bedrijfsniveau en de behoefte van percelen voegt de PerceelVerdeler iets toe aan andere al bestaande adviessystemen. De huidige bemestingsadviezen zijn niet ingesteld op vragen over verdeling van mest op een melkveebedrijf. De uitgangspunten en opzet van de bemestingsadviezen voor gras en voedergewassen passen wel goed bij het principe van bemesten op maat. De adviezen richten zich – al van oudsher – op de economisch optimale gift en dat bevindt zich op een niveau waarbij een kg extra mest niet meer te renderen omdat deze kg niet meer voldoende meeropbrengst oplevert. Dat niveau definiëren we als de gewasbehoefte. Bovendien corrigeert het advies voor factoren die de behoefte verhogen of verlagen. Dat biedt een basis voor verdere verfijning in de richting van bemesten op maat. Maar de stap van bemesten op maat naar perceelsgericht bemesten in bedrijfsverband ontbreekt en moet daardoor zelf gemaakt worden. Het gaat dan bijvoorbeeld over het feit dat de gebruiksnorm tot gevolg heeft dat als men een perceel –om welke reden dan ook- iets meer mest wil geven er op een ander perceel gekort moet worden. Daarnaast zijn de bemestingsadviezen opgesteld per meststof en is er geen koppeling tussen de meststoffen N, P_2O_5 en K_2O in organische meststromen, terwijl deze meststoffen niet onafhankelijk van drijfmest kunnen worden toegediend.

De PerceelVerdeler ondersteunt veehouders bij de verdeling van de beschikbare mest over percelen waarbij rekening wordt gehouden met het gewas (gras en maïs). De tool:

- verdeelt N, P_2O_5 en K_2O uit organische mest en kunstmest;
- berekent voor elk gras- en maïisperceel een jaargift en voor elk grasperceel ook de gift in de eerste snede;
- brengt de voorraad organische mest in beeld in het bemestingsseizoen;
- produceert een werklijst voor de uitvoering van de bemesting.

Andere instrumenten

Hiervoor is al iets gezegd over hoe de PerceelVerdeler zich verhoudt tot de bemestingsadviezen voor gras en voedergewassen (www.bemestingsadvies.nl). Er zijn andere tools ontwikkeld die ook bedoeld zijn om te ondersteunen bij het goed laten aansluiten van een bemestingsplan op de bedrijfssituatie. Voorbeelden zijn de zogenoemde 'Mestverdelingswijzer' (www.bemestingsadvies.nl/informatie.html), de modules AgroMineraal (www.agromineraal.nl) en CowVision Grond&Gewas (www.agrovision.nl/sectoren/melkveehouderij/grond_gewas) van AgroVision, het Programma DLV mijnPerceel (www.dlvmijnperceel.nl) en de adviessystemen TerraDecide van Eurofins (www.springg.com/nl/app_store/terraDecideApp) en Nutrinorm Bemestingsplanner van OCI Agro (www.nutrinorm.nl/nl-nl/berekeningen/bemestings-planner). Het voert te ver om hier de verschillen en overeenkomsten van deze systemen met de PerceelVerdeler te bespreken. Echter voor de goed

beschreven alternatieve systemen is een dergelijke vergelijking wel mogelijk en in principe ook zinvol. In de discussie (Hoofdstuk 5) wordt hier kort op ingegaan.

2 De ontwikkeling van de PerceelVerdeler

De PerceelVerdeler is in het project Koeien & Kansen ontwikkeld in samenwerking met Gerard Abbink (Groeikracht). De ontwikkeling is tot stand gekomen door de volgende stappen:

1. Basisconcept De Marke
Op proefbedrijf De Marke is al in het ontwerp van het bedrijf veel aandacht voor de verdeling van de mest over percelen. Zonder dat sprake is van een wettelijke norm is steeds sprake geweest van een begrenzing van de hoeveelheid mest die gebruikt wordt op het bedrijf. Deze grenzen waren nodig om te borgen dat het bedrijf binnen milieurandvoorwaarden kon functioneren. In de loop van jaren is de verdeling van mest geformaliseerd in een rekenprogramma. Dit programma ging al in op het verdelingsvraagstuk van beschikbare mest.
2. Wenselijkheid praktijkversie erkend
Het basisconcept waarmee gewerkt werd op De Marke was verschillend van de werkwijze op Koeien & Kansen-bedrijven. Geruime tijd na invoering van de gebruiksnormen werden de verschillen besproken en erkend en ontstond het idee dat de benadering die ontwikkeld was op De Marke, na vereenvoudiging en verbetering waardevol kon zijn voor praktijkbedrijven.
3. Ontwerpen in Excel
De PerceelVerdeler werd in Excel doorontwikkeld. Hierbij zijn ook ideeën van Gerard Abbink (Groeikracht) ingebouwd.
4. Bespreking concept in Koeien & Kansen
Op 11 november (2014) werd de PerceelVerdeler besproken met deelnemers van Koeien & Kansen en hun bedrijfsadviseurs. Hun ideeën werden verwerkt in het verdere ontwerp.
5. Verdere ontwikkeling als een softwareprogramma
Het Excel programma is eind 2015 omgezet in een downloadbaar programma met een aansturing en gebruikerservaring die vergelijkbaar is met die van de stand-alone versies van de KringloopWijzer.
6. Toetsing door Koeien & Kansen-deelnemers
Diverse versies zijn voorgelegd aan 'Koeien & Kansen-deelnemers en hun bedrijfsadviseurs'. Hierdoor zijn fouten uit de prototypes verwijderd en zijn suggesties verwerkt over verduidelijking en verbetering.

Bespreking met collega-onderzoekers

Diverse versies zijn voorgelegd voor commentaar aan collega-onderzoekers.

3 Uitgangspunten, uitwerking en rekenregels

3.1 Inleiding

Het doel van de PerceelVerdeler is om een bemestingsadvies te geven dat aansluit bij de verdelingsvraag om het budget aan meststoffen (N en P_2O_5) zo goed mogelijk te verdelen om een zo hoog mogelijke opbrengst te realiseren met de beschikbare meststoffen.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste kenmerken en uitgangspunten beschreven (paragraaf 3.2). Vervolgens wordt uiteengezet hoe deze conceptuele basis is uitgewerkt in een werkend programma (paragraaf 3.3). Tenslotte worden de gebruikte rekenregels beschreven (paragraaf 3.4).

3.2 Kenmerken en uitgangspunten

De PerceelVerdeler functioneert voor derogatiebedrijven die de volledige ruimte voor gebruik van N en P_2O_5 opmaken. De PerceelVerdeler geeft geen advies over het verlagen van gebruik van N en P_2O_5 ten opzichte van de gebruiksnorm.

De uitgangspunten van de PerceelVerdeler zijn:

Integratie van correctiefactoren in een adviesgift

Advisering voor N en P_2O_5 op grasland en maïsland waarbij verschillende factoren die van belang zijn voor maatwerk bemesting geïntegreerd zijn en meewegen in één advies. Deze factoren zijn:

1. De opbrengstcapaciteit
2. De gewashistorie (wisselbouw, inclusief vanggewas)
3. Aanvoer uit andere bronnen dan mest (weidemest, N-binding)
4. De bodemvruchtbaarheid voor N en P_2O_5

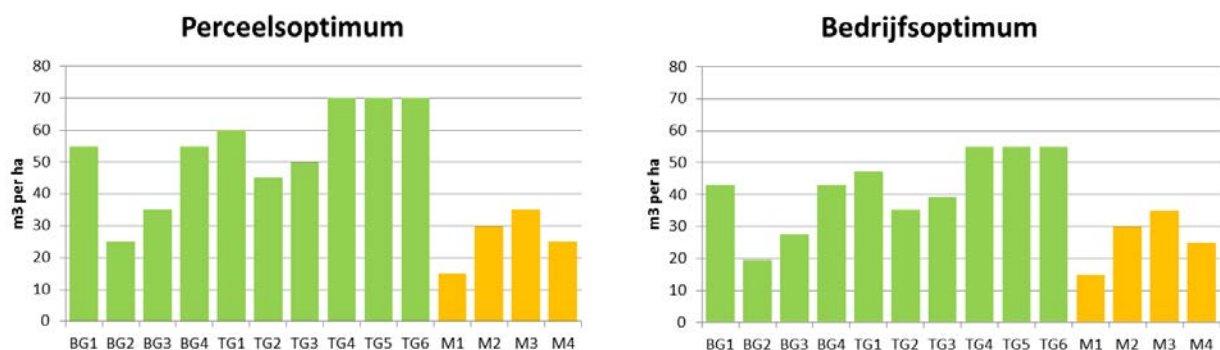
Elke factor weegt mee in het advies op perceelsniveau.

Afstemming op de gebruiksruijme

De som van de berekende behoefte voor elk perceel (het perceelsoptimum) moet passen binnen de beschikbare hoeveelheid mest op het bedrijf. Is dit niet het geval, dan verlaagt de PerceelVerdeler de adviezen in gras totdat de som van de adviezen op perceelsniveau wel passen binnen de beschikbare hoeveelheid mest. Hierbij wordt de volgende verdeelsleutel gehanteerd: aangepaste bemesting = beschikbare meststoffen /behoefte aan meststoffen. Het resultaat is een aangepast optimum (het bedrijfsoptimum).

Deze mindering wordt niet toegepast op maïspercelen. De reden hiervoor is dat het risico van opbrengstderving bij sub-optimale bemesting van met name N bij maïs hoger is dan in gras. Beneden het niveau van de optimale gift is de opbrengstrespons van maïs sterker – en de opbrengst-respons curve steiler – dan in gras.

De effecten van de afstemming worden geïllustreerd in Figuur 3.1. We zien dat de bemesting van maïs onveranderd is gebleven. De bemesting in gras moest in dit fictieve voorbeeld verlaagd worden met 22% om het passend te maken met de beschikbare mest. Voor gras zijn de bedrijfsoptima dan ook 22% lager dan het perceelsoptima.



Keuzevrijheid in ruimtelijk detail en in toepassing van correcties

De PerceelVerdeler kent weinig automatismen en daardoor een grote keuzevrijheid. Zo kan de gebruiker zelf bepalen met welke ruimtelijke eenheden gewerkt wordt. De gebruiker kan elk perceel onderscheiden en dus echt op perceelsniveau werken, maar het is ook mogelijk om percelen samen te voegen tot kavels en die kavels als aparte eenheden in te voeren. Een andere mogelijkheid is om juist verder te detailleren, bijvoorbeeld door wendakkers te onderscheiden van de rest van het perceel en apart in te voeren. Denk bijvoorbeeld in termen van Perceel Roessink Wend en Perceel Roessink Hoofd.

Ook het al dan niet opnemen van een correctiefactor is een beslissing. Als een gebruiker het corrigeren voor opbrengstcapaciteit van een perceel niet belangrijk vindt, laat hij voor alle percelen de opbrengst op 100% staan (dit is dan de gemiddelde opbrengst op bedrijfsniveau). Dit soort beslissingen kunnen ook genomen worden voor correctie voor andere bronnen en correctie voor bodem. Bijzonder is wellicht dat de PerceelVerdeler ook geen correctie voorschrijft voor levering uit de bodem. Hoe een gebruiker hiermee omgaat is namelijk sterk afhankelijk van de situatie: gaat P_2O_5 in een perceel met hoge P_2O_5 -toestand daadwerkelijk verloren en komt dit door P_2O_5 -verzadiging, dan is het verstandig om af te bouwen. Komt de P_2O_5 -toestand voor op een bodem met een hoge bindingscapaciteit, dan hoeft dit niet per definitie raadzaam te zijn. De gedachte is dat een bewuste afweging hierover een betere beslissing kan opleveren dan een automatisch gevolgde richtlijn.

Jaargift met specificatie voor de eerste snede

De PerceelVerdeler bepaalt eerst de jaargift aan meststoffen per perceel (N en P_2O_5) op basis van de beschikbaarheid aan meststoffen en perceels-eigenschappen. Het graslandgebruik is vervolgens bepalend voor de gift voor de 1e snede (zie paragraaf 3.3.1).

Verantwoording van gekozen uitgangspunten

De beperking tot stikstof, fosfaat en kali

De PerceelVerdeler wil het verdelingsvraagstuk van het budget helpen oplossen en richt zich daarom op N en P_2O_5 , de meststoffen waarvoor het verdelingsvraagstuk aan de orde is vanwege de N en P_2O_5 gebruiksnormen. Andere meststoffen zijn niet gebonden aan normen en daarvoor geldt het verdelingsvraagstuk dus niet en daarom richt de PerceelVerdeler zich bijvoorbeeld niet op zwavel en magnesium. Kalium is meegenomen omdat het een belangrijke meststof is en omdat de aanzienlijke hoeveelheid die met organische mest aangevoerd wordt, sterk verbonden is met het verdeling zoals gedictieerd door P_2O_5 en N. Daarom is het aantrekkelijk om deze stromen in beeld te brengen en te berekenen of en zo ja, hoeveel als kunstmest K_2O nog toegevoegd zou moeten worden.

Fosfaat leidend voor verdeling

De verdeling van dierlijke mest is gebaseerd op N en P_2O_5 waarbij P_2O_5 leidend is omdat P_2O_5 alleen als dierlijke mest toegediend mag worden. Naast de N uit dierlijke mest wordt N uit kunstmest optimaal verdeeld over de gewassen en percelen.

Correctie voor opbrengstcapaciteit

De behoefte aan meststoffen is gebaseerd op de N- en P_2O_5 -onttrekking door het gewas. Bij correctie van de opbrengstcapaciteit van een perceel ten opzichte van het bedrijfsgemiddelde is er geen mogelijkheid om een onderscheid te maken tussen droge stof, N en P_2O_5 . We veronderstellen dus dat een perceel dat meer P_2O_5 **opbrengt** (onttrekt), ook meer N opbrengt (onttrekt). Een gevolg van bemesten op basis van gewasonttrekking is dat het overschot op elk perceel gelijk is. Hierdoor wordt de bodem van een hoog productief perceel niet onbedoeld kariger bedeed dan de bodem van een laag productief perceel¹.

¹ Als men de bodem van een laag productief perceel wil verbeteren door een herstelbemesting dan kan dat –voor zover daar binnen de gebruiksruijmtte mogelijkheden voor zijn – door correctie voor bodemvruchtbaarheid. Deze investering in de bodem gaat echter op korte termijn ten koste van de efficiëntie van N en P_2O_5 benutting in het bodem/gewas-systeem.

3.3 Uitwerking; van invoer tot uitvoer

3.3.1 Invoer

De invoer van de PerceelVerdeler bestaat uit verschillende schermen:

- Productie
- Meststoffen
- Percelen maïs
- Percelen gras

Productie

In dit scherm worden algemene vragen gesteld over gewasopbrengsten in het verleden en de mestproductie en mestvoorraden (volume, N, P_2O_5 en K_2O) voor het komend jaar. De KringloopWijzers en het wettelijke verplichte bemestingsplan zijn hier belangrijke bronnen voor de invoer. De gegevens van de KringloopWijzers geven de situatie in het verleden weer. De PerceelVerdeler plant vooruit en heeft dus betrekking op het komende jaar. De PerceelVerdeler heeft dus gegevens nodig die representatief zijn voor het komende jaar. Zo nodig moeten gegevens uit de KringloopWijzer naar eigen inzicht aangepast worden om representatief te zijn voor de voorliggende planperiode.

Meststoffen

In dit scherm worden gegevens gevraagd over de geplande mestaanvoer en –afvoer en de geplande hoeveelheid te gebruiken kunstmest. De PerceelVerdeler verdeelt alleen de meststoffen over gras- en maïsland en daarom wordt er ook gevraagd hoeveel meststoffen er eventueel gereserveerd wordt voor overig bouwland.

Percelen maïs en gras

In deze schermen worden perceels-eigenschappen opgevraagd. Dit zijn:

- Opbrengstcapaciteit perceel. Hier wordt gevraagd om per perceel aan te geven in hoeverre het perceel afwijkt van de bedrijfsgemiddelde gewasopbrengst (de bedrijfsgemiddelde gewasopbrengst werd in het scherm 'productie' opgevraagd). Percelen met een hogere opbrengstcapaciteit krijgen naar evenredigheid meer meststoffen dan percelen met een lagere opbrengstcapaciteit (dus een opbrengstcapaciteit van 110% ten opzichte van het gemiddelde leidt tot een bemesting van 110% ten opzichte van het gemiddelde).
- Gewashistorie. Hier wordt gevraagd welk gewas in het verleden op een perceel is geteeld. 'm' = maïs en 'g' = gras. De notatie is bijvoorbeeld 'm-m-g'. In volgorde betekent dit:
m = maïs drie jaar geleden
m = maïs twee jaar geleden
g = gras vorig jaar

In een vruchtwisselingssysteem worden meststoffen anders verdeeld dan bij continueelt gras of maïs. De PerceelVerdeler houdt rekening met het vrijkomen van mineralen na het onderploegen van een graszode en houdt rekening met extra benodigde meststoffen in grasland na een meerjarige periode van bouwland. Eerstejaars maïsland na een periode van minimaal 3 jaar gras krijgt voldoende N en P_2O_5 uit de ondergeploegde graszode (De Marke-systeem). Op tweedejaars maïsland wordt met 35 kg N gerekend uit de ondergeploegde graszode. Eerstejaars grasland heeft bovenop de standaardbehoefte 75 kg extra N nodig voor de opbouw van een nieuwe graszode. Tweedejaars grasland krijgt nog 50 kg extra N.

- Gepland graslandgebruik. Hier wordt gevraagd naar het gebruik van grasland in de 1^e snede. Het keuzemenu bestaat uit:
 - Maaien : perceel wordt alleen gemaaid (jaarrond)
 - 1^e snede m : perceel wordt gemaaid en beweid, maar 1^e snede gemaaid
 - 1^e snede w : perceel wordt gemaaid en beweid, maar 1^e snede beweid
 - Weiden : perceel wordt alleen beweid (jaarrond)

Het graslandgebruik (maaïen/weiden) bepaalt de hoeveelheid meststoffen die voor de 1^e snede wordt gegeven. Afhankelijk van het gebruik wordt de gift voor de 1^e snede berekend als een percentage van de reeds vastgestelde jaargift per perceel (N en P_2O_5). De verdeling van de jaargift over de 1^e snede en andere snedes is naar eigen inzichten te wijzigen (zie paragraaf 3.4.3).

- **Klaver-bedekkingsgraad (%)**. De klaver-bedekkingsgraad is het aandeel klaver in het gras/klaver perceel gemiddeld over alle sneden. Meestal wordt dit op het oog geschat. Klaver bindt N uit de lucht en is daarmee een bron van N-aanvoer naar de bodem. De PerceelVerdeler berekent de hoeveelheid klaver per perceel via de droge stofopbrengst van het grasland en bedekkingsgraad van klaver. Daarmee wordt berekend hoeveel N wordt aangevoerd via N-binding door klaver. De N uit klaver wordt meegenomen in de verdeling van N-meststoffen over de percelen.
- **Beweidingsintensiteit**. De beweidingsintensiteit wordt gebruikt om de verdeling van weidemest over de graslandpercelen te bepalen. Het keuzemenu uit beweidingsintensiteit bestaat uit:
 - Geen : perceel wordt niet beweide
 - Weinig : perceel wordt maar 1 á 2 keer beweide
 - Intensief : helft van de droge stofopbrengst uit weiden
 - Alleen : perceel wordt alleen beweide

De beweidingsintensiteit heeft invloed op de (aanvullende) bemesting uit drijfmest en kunstmest. De PerceelVerdeler houdt rekening met de mest die via beweiding op het perceel terecht komt. Voor N uit weidemest wordt een werking van 20% aangehouden. Deze werkingscoëfficiënt is naar eigen inzicht aan te passen.

- **Organische stofgehalte (%)**. Dit kengetal (in de laag 0-25 cm) wordt alleen opgevraagd voor maïspercelen en gebruikt voor de kalibemesting.
- **Kalitoestand van de bodem**. De kalitoestand in de bodem op grasland wordt uitgedrukt in de hoeveelheid plant beschikbaar K (mg K/kg grond). Op maïsland wordt de kalitoestand uitgedrukt in het K-getal.

Het advies voor de kalibemesting op gras voor de 1^e snede is afhankelijk van de hoeveelheid plant beschikbaar K, het klei-humuscomplex (CEC) en het gebruik (maaien/weiden). Het advies voor de kalibemesting op maïs is afhankelijk van het K-getal, grondsoort en organische stofgehalte (in de laag 0-25 cm).

- **CEC is de Engelse term voor kationen-uitwissel-capaciteit**, het is een maat voor de capaciteit van de bodem (vooral klei en humus) om kationen (zoals K, Ca en Mg) vast te houden, en wordt uitgedrukt in mmol+/kg (waar + staat voor kation). Kalium in de bodem wordt gebufferd door het klei-humuscomplex. Een hogere CEC betekent dat de bodem de aanwezige K₂O sterker bindt. Er is dan meer K₂O nodig om optimaal te bemesten.
- **P₂O₅-toestand van de bodem**. Op grasland wordt de P₂O₅-toestand uitgedrukt in een PAL-getal (mg P₂O₅/100 gr droge grond). Het is een maat voor de capaciteit van de bodem om P₂O₅ na te leveren (P₂O₅-capaciteit). Op maïsland wordt de P₂O₅-toestand uitgedrukt in een Pw-getal (mg P₂O₅/liter grond). Pw is een maat voor de direct beschikbare hoeveelheid P₂O₅ voor het gewas gedurende het seizoen (P₂O₅-intensiteit).
- **Correctie voor de P₂O₅-toestand van de bodem**. Het mestbeleid is er op gericht bodems met een hoge P₂O₅-toestand minder P₂O₅ te geven dan de onttrekking met gewassen en bodems met een lage P₂O₅-toestand meer P₂O₅ te geven dan de normatieve onttrekking met gewas (=gebruiksnorm bij P₂O₅-toestand neutraal). In de PerceelVerdeler is dit een keuze om ook toe te passen op de percelen (optie 'norm').

De PerceelVerdeler heeft ook de mogelijkheid om de correctie voor de P₂O₅-toestand zelf in te stellen. Om bijvoorbeeld bodems met een hoge P₂O₅-toestand op dit niveau te houden door ze naar onttrekking te blijven bemesten (geen correctie en kies voor 0). Een negatieve waarde geeft aan dat er minder P₂O₅ wordt toegediend dan de onttrekking door de bodem en bij een positieve waarde is de P₂O₅-gift hoger dan de onttrekking.

De beschikbare hoeveelheid aan P₂O₅-meststoffen is niet altijd toereikend om de behoefte van alle percelen te dekken. De PerceelVerdeler verdeelt het P₂O₅ tekort relatief gelijk over de percelen.

- **Correctie voor N-leverend vermogen**. Een uitgangspunt in het bemestingsadvies is dat op bodems met een hoog N-leverend vermogen (NLV) minder N-meststoffen nodig zijn om te voorzien in de gewasbehoefte dan op bodems met een lage NLV.

De PerceelVerdeler heeft de mogelijkheid om de correctie naar eigen inzichten te bepalen.

Gebruikmakend van de bodemanalyses kan per perceel een correctie opgegeven worden. Het geeft bijvoorbeeld de mogelijkheid om productieve percelen met een hoge NLV te blijven bemesten naar behoefte (geen correctie). Een negatieve waarde geeft aan dat er minder N wordt toegediend dan de behoefte en bij een positieve waarde is de N-gift hoger dan de behoefte.

De beschikbare hoeveelheid aan N-meststoffen is niet altijd toereikend om de behoefte van alle percelen te dekken. De PerceelVerdeler verdeelt het tekort aan N relatief gelijk over de percelen.

- Vanggewas. Het telen van een vanggewas wordt meegenomen in de verdeling van meststoffen. De PerceelVerdeler houdt rekening met het vrijkomen van mineralen na het onderploegen van een vanggewas. Voor een geslaagd vanggewas rekent de PerceelVerdeler met 25 kg N uit de graszode en voor een minder geslaagd vanggewas 5 kg N.
- Mestgebruik op maïsland. De keuzes zijn:
 - alleen drijfmest;
 - alleen kunstmest;
 - zowel drijfmest als kunstmest.
- Toediening organische mest op maïsland. De keuzes zijn volvelds of drijfmestrijenbemesting. De keuze heeft invloed op de werking van dierlijke mest. De werking van N en P_2O_5 met drijfmestrijenbemesting is hoger dan volveldse toediening.
- Bemesten uit mestopslag. Per perceel wordt gevraagd uit welke mestopslag de dierlijke mest afkomstig is. Voor grasland is dit alleen de dierlijke mest voor de 1^e snede. Het soort en type mest is belangrijk voor de samenstelling en hoogte van de drijfmestgift per perceel alsmede de bijbemesting van N en K_2O uit kunstmest.
- N-gehalte kunstmest 1^e snede grasland. In de uitvoer faciliteert de PerceelVerdeler een werklijst voor de uitvoering van de bemesting. In de werklijst wordt per graslandperceel de toe te dienen kunstmest uitgedrukt in gift per perceel. Voor het omrekenen van de benodigde N uit kunstmest naar gift perceel wordt gevraagd naar het N-gehalte in de te gebruiken soort kunstmest.

Tabel 3.1 geeft een samenvatting van de nalevering van N uit ondergeploegde graszodes en de extra benodigde N voor de opbouw van een nieuwe graszode in een wisselbouwsysteem. De gewashistorie geeft aan wat in de afgelopen drie jaar de teeltwijze was geweest (g=gras, m=maïs; zie hierboven voor toelichting).

Tabel 3.1 Nalevering van stikstof uit ondergeploegde zode (negatief getal) en extra benodigd stikstof voor opbouw van nieuwe graszode (positief getal).

Gewashistorie	gewas	
	maïs	gras
m-m-m	0	75
m-m-g	-70	50
m-g-g	-100	0
g-g-g	-400 ¹	0
g-g-m	-35	0
g-m-m	0	0

¹ Eerstejaars maïsland na een periode van 3 jaar grasland heeft geen mest en kan teren uit het vrijkomen van N uit de ondergeploegde graszode. Hier aangegeven met een groot negatief getal (-400).

3.3.2 Uitvoer

De uitvoer van de PerceelVerdeler bestaat uit vier verschillende schermen:

- Resultaten maïs
- Resultaten gras
- Mestbalans
- Werklijst

Resultaten maïs

Hier wordt per perceel de "optimale" verdeling weergegeven van meststoffen over maïspercelen (organische mest, kunstmest, N, P₂O₅, K):

- Toediening organische mest (ton/ha)
- N uit organische mest (kg N-totaal/ha)
- N uit kunstmest (kg/ha)
- N jaargift werkzaam uit drijfmest en kunstmest (kg/ha)
- P₂O₅ uit organische mest (kg/ha)
- K₂O uit organische mest (kg/ha)
- K₂O uit kunstmest (kg/ha)

Resultaten gras

Hier wordt per perceel de "optimale" verdeling weergegeven van meststoffen over graspercelen (organische mest, kunstmest, N, P, K) voor de 1^e snede (planning), de latere snedes, en voor het gehele jaar.

Het onderdeel 'jaargift' bestaat uit:

- Toediening organische mest (ton/ha)
- N uit toegediende organische mest (kg N-totaal/ha)
- N uit weidemest (kg N-totaal/ha)
- N uit kunstmest (kg/ha)
- N-binding klaver (kg/ha)
- N jaargift werkzaam uit drijfmest, weidemest, kunstmest en N-binding klaver (kg/ha)
- P₂O₅ uit organische mest (kg/ha)
- P₂O₅ uit weidemest (kg/ha)

Het onderdeel 'bemesting 1^e snede' bestaat uit:

- Toediening organische mest (ton/ha)
- Werkzame N uit toegediende organische mest (kg/ha)
- P₂O₅ uit organische mest (kg/ha)
- K₂O uit organische mest (kg/ha)
- K₂O uit kunstmest (kg K₂O/ha)

Het onderdeel 'beschikbaar voor latere snedes' bestaat uit:

- Organische mest (ton/ha).
- N uit kunstmest (kg/ha)

Mestbalans

Hier worden resultaten weergegeven van de berekeningen van:

- Beschikbaarheid meststoffen voor grasland uit organische mest en kunstmest versus de berekende bemesting die nog niet is afgestemd is op het budget (beschikbaarheid versus behoefte inclusief perceels-specifieke correcties).

De beschikbaarheid van meststoffen wordt bepaald door de gebruiksruimte op het bedrijf. De correctie wordt alleen toegepast op de hoeveelheid N en P₂O₅ die nog beschikbaar is voor grasland (en dus niet op de bemesting van maïsland en overig bouwland).

- Mestbalans van 1 januari t/m bemesting eerste snede grasland (planning). Een overzicht van de voorraad organische mest en de uitputting daarvan t/m de 1^e snede.
- Bemesting 1^e snede: verbruik uit mestopslagen (excl. bouwland). Een overzicht van het geplande verbruik van organische mest uit verschillende mestopslagen.
- Bemesting 1^e snede: verbruik (incl. bouwland). Een totaal overzicht van de beschikbare hoeveelheid organische mest (drijfmest en vaste mest) en het verbruik t/m de 1^e snede.

Werklijst

In de werkljst is een overzicht gegeven van de bemestingen per perceel (hoeveelheden en soort organische mest en kunstmest). Voor grasland is alleen de 1^e snede weergegeven. Een handig overzicht voor het uitvoeren van de bemesting ('op de tractor').

3.4 Rekenregels

3.4.1 Bepaling van de gewasbehoefte

Per perceel wordt de onttrekking bepaald van N en P₂O₅ uit de bodem. De gemiddelde onttrekking wordt door de gebruiker opgegeven (productie, over te nemen uit de KringloopWijzer). Per perceel wordt de onttrekking gecorrigeerd voor de opbrengstcapaciteit (invoer percelen). De behoefte aan N en P₂O₅ wordt berekend door de onttrekking te delen door een constante factor. Voor N en P₂O₅ is die respectievelijk 0.7 en 1. Verondersteld wordt dus dat voor een onttrekking van 1 kg P₂O₅ 1 kg P₂O₅ beschikbaar moet zijn en dat voor onttrekking van 1 kg N $1/0.7=1.4$ kg N beschikbaar moet zijn.

3.4.2 Bepaling van de behoefte aan meststoffen

Om de behoefte te bepalen aan meststoffen op grasland wordt de gewasbehoefte per perceel gecorrigeerd voor perceels-eigenschappen. De behoefte aan meststoffen (N en P_2O_5) voor graslandpercelen wordt als volgt berekend:

behoefte aan mest = totale behoefte + investering nieuwe graszode + correctie N-levering/ P_2O_5 -toestand bodem – N-binding klaver – weidemest

Grasland in wisselbouw heeft na een bouwlandfase (in dit geval maïs) extra meststoffen nodig voor de investering van een nieuwe graszode. In eerstejaars gras na een periode van minimaal 2 jaar bouwland is deze extra investering 75 kg N en tweedejaars gras nog eens 50 kg N.

De behoefte aan P_2O_5 -meststoffen voor maïspercelen wordt als volgt berekend:

behoefte aan P_2O_5 = totale behoefte – nalevering graszode/vanggewas + correctie P_2O_5 -toestand bodem

Voor de behoefte aan N-meststoffen voor maïspercelen wordt grotendeels het bemestingsadvies gevolgd:

Behoefte aan N = $180 - N_{\min}$ voorjaar – nalevering graszode/vanggewas

Zoals eerder vermeld adviseert de PerceelVerdelers op eerstejaars maïsland na een periode van minimaal 3 jaar gras geen bemesting. De maïs krijgt voldoende N en P_2O_5 uit de ondergeploegde graszode (De Marke-systeem). Op tweedejaars maïsland wordt met 35 kg N gerekend uit de ondergeploegde graszode. Op eerstejaars maïsland na een periode van 2 jaar grasland wordt 100 kg N in mindering gebracht en maïsland na tussenteelt van 1 jaar grasland 70 kg N. Voor een geslaagd vanggewas rekent de PerceelVerdelers met 25 kg N uit de graszode en voor een minder geslaagd vanggewas 5 kg N. De hoeveelheid N_{\min} voorjaar is afhankelijk van de aanwezigheid van een vanggewas: 20 kg N bij geen vanggewas, 10 kg N bij een geslaagd vanggewas en 15 kg N bij een minder geslaagd vanggewas.

Bij de bepaling van de behoefte aan meststoffen is P_2O_5 uit organische mest leidend. Bij maïsland wordt na aftrek van N_{\min} voorjaar en nalevering uit graszode de N-behoefte verminderd met de toegediende (werkzame) N uit organische mest. De overgebleven behoefte wordt opgevuld met kunstmest waarbij het uitgangspunt is dat de kunstmest in de rij wordt toegediend met een werking van 125%. De hoogte van de gift uit organische mest, bepaald via de P_2O_5 -onttrekking, wordt begrensd indien de hoeveelheid werkzame N uit organische mest hoger wordt dan 150 kg.

De behoefte aan meststoffen op grasland wordt eerst op jaarbasis bepaald, afhankelijk van de invoer (opbrengstcapaciteit, gewashistorie, beweidingsintensiteit, correctie voor P_2O_5 -toestand). Net als op maïsland wordt eerst de behoefte aan P_2O_5 gevuld met (alleen) organische mest. De beschikbaarheid van P_2O_5 -meststoffen voor grasland wordt bepaald volgens:

Beschikbaarheid P_2O_5 grasland = totale beschikbaarheid - weidemest - P_2O_5 naar maïsland - reservering P_2O_5 voor overig bouwland.

De overgebleven P_2O_5 wordt dan vervolgens gelijkmatig verdeeld over de graslandpercelen volgens de verdeelsleutel totaal beschikbare P_2O_5 / totale behoefte P_2O_5 .

De volgende stap is om de overgebleven N-meststoffen zo goed mogelijk te verdelen over de graslandpercelen. De hoeveelheid N uit organische mest is al via het P_2O_5 -spoor bepaald (zie hierboven). De restbehoefte aan N wordt dan per perceel opgevuld met kunstmest. Ook bij N is de beschikbaarheid vaak lager dan de behoefte en dan wordt hier ook dezelfde verdeelsleutel toegepast als bij P: beschikbare N-kunstmest voor gras / behoefte N-kunstmest gras. De beschikbare N-kunstmest voor gras wordt bepaald volgens:

Beschikbare N-kunstmest grasland = totale beschikbaarheid N-kunstmest – N-kunstmest naar maïsland – reservering N-kunstmest voor overig bouwland.

Het inrekenen van nalevering uit graszodes dan wel investering in graszodes is gebaseerd op N. Maar het inrekenen geldt ook voor P_2O_5 en dat wordt gedaan op basis van een N/ P_2O_5 verhouding van 3,5 (Kirkby et al., 2011).

De N-binding door klaver wordt geschat als het product van de hoeveelheid drogestof in de vorm van klaver (als % klaveraandeel in geoogste hoeveelheid gras plus klaver) en een veronderstelde binding van 45 kg N/ton drogestof in de vorm van klaver (Elgersma & Hassink, 1997; Schils, 2002). Het genoemde 'klaveraandeel' is niet gelijk aan de visueel geschatte 'klaverbezetting' (percentage bedekking) in gras-klaverbestanden. De relatie tussen beide bedraagt globaal: klaveraandeel/klaverbezetting = 0,82 (Schils et al., 2001).

3.4.3 Instellingen

De PerceelVerdelers geeft de gebruiker mogelijkheden om bepaalde instellingen naar eigen inzichten te wijzigen. Deze instellingen zijn:

- Hoeveelheid organische mest voor de 1^e snede. Dit wordt uitgedrukt als een percentage van de totale jaargift van P_2O_5 . Dit percentage kan per graslandgebruikssysteem ingesteld/aangepast worden (alleen maaïen, 1^e snede maaïen, 1^e weiden, alleen weiden; zie paragraaf 3.1).
- Hoeveelheid N-kunstmest voor de 1^e snede. Dit wordt uitgedrukt als een percentage van de totale jaargift van N-kunstmest. Dit percentage kan per graslandgebruikssysteem ingesteld/aangepast worden (alleen maaïen, 1^e snede maaïen, 1^e weiden, alleen weiden; zie paragraaf 3.1).
- N-werking weidemest op grasland. Defaultwaarde is 0.2
- N-werking drijfmest grasland jaarrond. Defaultwaarde is 0.6
- N-werking drijfmest grasland 1^e snede. Defaultwaarde is 0.3
- N-werking drijfmest maïsland volvelds. Defaultwaarde is 0.6
- N-werking drijfmest maïsland rijenbemesting. Defaultwaarde is 0.9
- P_2O_5 -werking drijfmest maïsland volvelds. Defaultwaarde is 1
- P_2O_5 -werking drijfmest maïsland rijenbemesting. Defaultwaarde is 1.5
- N-werking kunstmest maïsland (toediening in de rij). Defaultwaarde is 1.25

4 Voorbeeld

Aan de hand van een voorbeeld wordt de PerceelVerdelers stap voor stap doorgenomen. Het voorbeeldbedrijf bestaat niet werkelijk, maar in het voorbeeld zijn realistische waarden gekozen (40 ha grasland en 10 ha maïsland).

4.1 Invoer

Figuur 4.1 geeft een overzicht van de invoer in het tabblad productie. Op basis van de KringloopWijzers over de afgelopen 3 jaar bedroeg de gemiddelde graslandopbrengst per ha van droge stof, N- en P_2O_5 respectievelijk 9500 kg ds, 265 kg N en 90 kg P_2O_5 . Voor maïsland waren de opbrengsten respectievelijk 17.000 kg ds, 200 kg N en 75 kg P_2O_5 . Ook de verwachte mestproductie kan ontleend worden aan de KringloopWijzer. De verwachte mestproductie (excretie) voor het komend jaar bedraagt 14.000 kg N en 4.700 kg P_2O_5 , waarvan 2.000 kg N en 660 P_2O_5 als weidemest wordt geproduceerd. De mest wordt opgeslagen in 2 putten, één voor het melkvee en één voor het jongvee. Het volume en het N-gehalte per mestput moet worden opgegeven en hier van en van de N/ P_2O_5 verhouding in de mestproductie wordt het P_2O_5 -gehalte afgeleid.

BESTAND OPTIES HELP									
Instellingen									
Productie		Meststoffen		Percelen maïs		Percelen gras		Resultaten maïs	
Algemeen		Berekening voor jaar (jaartal)		2016					
		Grondsoort		Zand					
Gewasopbrengsten				Grasland		Maïsland		Opmerkingen	
Onttrekking	Droge stof	(kg per ha)	9500			17000			Zie KringloopWijzer
	Stikstof	(kg per ha)	265			200			Zie KringloopWijzer
	Fosfaat	(kg per ha)	90			75			Zie KringloopWijzer
Mestproductie				Opmerkingen					
Excretie	Stikstof	(kg)	14000	Zie KringloopWijzer					
	Fosfaat	(kg)	4700	Zie KringloopWijzer					
Soort mest	Vaste mest	(%)	0						
Weidemest	Stikstof	(kg)	2000	Zie KringloopWijzer (bodembalans)					
	Fosfaat	(kg)	660	kg N en P_2O_5 * ha bedrijf					
Mestvoorraad	Mestopslag	(#)	Put 1	Put 2	Put 3	Vaste mest	Compost		
	Mestopslag naam	(-)	melkkoe	jongvee	droge koeien				
	Voorraad op 1 jan	(ton)	1200	500	0				
	Gehalte stikstof	(kg/ton)	3.6	4.00	3.00	7.70	12.80		
	Gehalte fosfaat	(kg/ton)	1.21	1.35	1.01	2.59	6.30	Fosfaat in dierlijke mest is afgeleid	
	Gehalte kali	(kg/ton)	5.80	5.80	5.80	6.10	11.30		
	Totaal stikstof	(kg)	4320	2000	0	0	0		
	Totaal fosfaat	(kg)	1452	675	0	0	0		

Figuur 4.1 Overzicht van de mest- en gewasproductie op het voorbeeldbedrijf.

Op 10 februari wordt er 400 ton mest afgevoerd met 1.487 kg N en 501 kg P_2O_5 (Figuur 4.2). Bij mestafvoer wordt bewust alleen gevraagd om de hoeveelheid (ton) en niet ook om de hoeveelheid N en P_2O_5 . De samenstelling van de mestafvoer is gebaseerd op de gewogen gemiddelde gehalten in de mestopslag. Deze benadering is gekozen om daarmee te voorkomen dat de N/ P_2O_5 verhouding in de afvoer te veel afwijkt van de N/ P_2O_5 verhouding in de mestproductie (excretie) met als gevolg dat de overgebleven mest op het bedrijf ook een afwijkende N/ P_2O_5 verhouding krijgt. Overigens toetst de PerceelVerdelers de excretie, afvoer en plaatsing van mest niet aan de gebruiksnorm. Fouten in de opgaves van deze waarden werken dus zonder meer door in het resultaat. De datum van afvoer is nodig om daarmee te beoordelen of er voldoende mest aanwezig is voor de bemesting van de 1^e snede (mestbalans). Het komende jaar is

gepland om 6.000 kg N uit kunstmest te gebruiken. Aan N en P_2O_5 uit organische mest is respectievelijk 12.513 kg N en 4.199 kg P_2O_5 beschikbaar.

BESTAND		OPTIES		HELP		Instellingen	
Productie	Meststoffen	Percelen maïs	Percelen gras	Resultaten maïs	Resultaten gras	Mestbalans	Werklijst
Mestaanvoer		Drijfmest	Vaste mest	Compost			
Aanvoer	Hoeveelheid (ton)	0	0	0			
	Stikstof (kg)						
	Fosfaat (kg)						
	Kali (kg)						
Mestafvoer		Drijfmest	Vaste mest	Datum	Opmerkingen		
Afvoer	Hoeveelheid 1 (ton en datum)	400	0	2/10/2016	verwachte afvoer		
	Hoeveelheid 2 (ton en datum)	0	0		verwachte afvoer		
	Hoeveelheid 3 (ton en datum)	0	0		verwachte afvoer		
	Hoeveelheid (ton)	400	0				
	Stikstof (kg)	1487	0				
	Fosfaat (kg)	500	0				
	Kali (kg)	2320	0				
Beschikbare mineralen meststoffen		Stikstof	Fosfaat	Kali	Opmerkingen		
Organische mest	Incl. weidemest (kg)	12513	4200	19467	controleer met KringloopWijzers		
Kunstmest	Totaal (kg)	6000			verwacht, zie ook eerdere KringloopWijzers		
Reservering voor bemesting overig bouwland (incl. voor en/of nateelten)							
Organische mest	Hoeveelheid (ton)	0					
Kunstmest	Stikstof (kg)	0					

Figuur 4.2 Overzicht van het meststoffengebruik op het voorbeeldbedrijf.

MAÏSLAND: percelen/kavels/blokken						
Aantal percelen/kavels/blokken		1	2	3	4	5
Naam/nummer perceel	(vrij)	m1	m2	m3	m4	m5
Opbrengstcapaciteit perceel	(keuze)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Oppervlakte perceel	(ha)	2	2	2	2	2
Gewashistorie	(keuze)	g-g-g	g-g-m	m-m-m	m-m-m	m-m-g
OS-gehalte	(%)	5	5	5	5	5
K-getal	(-)	15	15	15	15	15
Pw-getal	(waarde)	40	40	40	40	40
Correctie voor fosfaattoestand	(keuze)	nvt	-10	0	0	-10
Correctie voor N-levering bodem	(keuze)	nvt	0	0	0	-50
Vanggewas	(keuze)	nvt	goed	goed	goed	goed
Mestgebruik	(keuze)	nvt	beide	beide	beide	org mest
Toediening organische mest	(keuze)	nvt	volvelds	volvelds	in de rij	volvelds
Bemesten uit mestopslag	(keuze)	nvt	put 2	put 2	put 1	put 1

Totale oppervlakte maïsland : 10.00 ha

Figuur 4.3 Overzicht van de invoer van maïspcelen op het voorbeeldbedrijf.

GRASLAND: percelen/kavels/blokken

Aantal percelen/kavels/blokken

		1	2	3	4	5	6	7	8
Naam/nummer perceel	(vrij)	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8
Opbrengstcapaciteit perceel	keuze	100 %	100 %	90 %	110 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Oppervlakte perceel	(ha)	5	5	5	5	5	5	5	5
Klaver-bedekkingsgraad	(%)	0	0	20	0	0	0	0	0
Gepland graslandgebruik	(keuze)	maaien	maaien	1e snede m	1e snede m	1e snede m	1e snede w	maaien	maaien
Beweidingsintensiteit	(keuze)	geen	geen	weinig	weinig	weinig	intensief	geen	geen
Gewashistorie	(keuze)	g-g-g	g-g-g	m-g-g	g-g-g	g-g-g	m-g-g	m-m-m	m-g-g
K-plant beschikbaar	(mg K/kg)	50	50	50	50	50	50	50	50
CEC	(meq/100 g)	150	150	150	150	150	150	150	150
PAL-getal	(waarde)	40	40	40	40	40	40	40	40
Correctie voor fosfaat-toestand	(keuze)	-10	0	0	0	0	0	0	0
Correctie voor N-levering bodem	(keuze)	0	0	0	25	0	0	0	0
Bemesten uit mestopslag	(keuze)	put 2	put 2	put 1	put 1	put 1	put 1	put 1	put 1
N-gehalte kunstmest 1e snede	(%)	27	27	27	27	27	27	27	27

Totale oppervlakte grasland : 40.00 ha

Datum bemesting org.mest 1e snede

Figuur 4.4 Overzicht van de invoer van graspercelen op het voorbeeldbedrijf.

De figuren 4.3 en 4.4 geven een overzicht van de invoer van respectievelijk de maïs- en graspercelen. In totaal zijn er 5 percelen maïs en 8 percelen gras. De invoer van de percelen wordt samen met de uitvoer besproken (zie volgende paragraaf).

4.2 Uitvoer

4.2.1 Maïspercelen

Figuur 4.5 geeft een overzicht van de planning voor de bemesting van maïspercelen op het voorbeeldbedrijf. Perceel m1 is eerstejaars maïsland met een voorvrucht van minimaal 3 jaar grasland (gewashistorie 'g-g-g'; zie figuur 4.3). Het onderploegen van een minimaal 3 jaar oude graszode zorgt er voor dat er genoeg N en P_2O_5 beschikbaar komt voor het telen van maïs. Voorwaarde voor het op het juiste moment beschikbaar komen van mineralen voor de opname door maïs is dat de graszode op tijd wordt kapot gemaakt en ondergeploegd.

Perceel m2 is tweedejaars maïsland en perceel m3 is meerderejaars maïsland (Figuur 4.3). De maïs op m2 kan nog teren op 35 kg N uit de ondergeploegde graszode. De nalevering van P_2O_5 uit ondergeploegde zode wordt bepaald volgens de vuistregel N/ P_2O_5 verhouding in de graszode van 3.5. Bij een hoeveelheid van 35 kg N bedraagt de nalevering van P_2O_5 dan 5 kg P_2O_5 . Daarnaast wordt op beide percelen rekening gehouden met het onderploegen van een (geslaagd) vanggewas (25 kg N en 3,5 kg P_2O_5). Perceel m2 wordt verder nog gekort met 10 kg P_2O_5 vanwege de hoge P_2O_5 -toestand in de bodem. Ondanks dat op m3 de P_2O_5 -toestand ook hoog is besluit de gebruiker geen correctie toe te passen om zodoende die hoge P_2O_5 -toestand te behouden. Dit leidt tot een advies van 42 en 53 ton dierlijke mest op respectievelijk perceel m2 en m3. De gift op m2 is lager vanwege de P_2O_5 -correctie en de nog extra nawerking van P_2O_5 uit de onderploegde graszode van 2 jaar geleden. De extra nawerking van de ondergeploegde graszode zorgt er ook voor dat ondanks de lagere drijfmestgift op m2 de adviesgift van kunstmest beperkt blijft (16 voor m2, 22 voor m3). Zoals beschreven in paragraaf 3.3 is het uitgangspunt dat op maïsland kunstmest in de rij wordt toegediend waarbij de werking van N op 125% wordt gesteld. Dit is conform het bemestingsadvies.

Op perceel m4 wordt de drijfmest in de rij toegediend (Figuur 4.3). De werking van N en P_2O_5 is met rijenbemesting 150% t.o.v. volveldsetoediening (zie paragraaf 3.3.3). Daarnaast is de maximale toegestane gift met rijenbemesting 35 m^3 . Het advies voor perceel 4 is de maximale gift van 35 m^3 met $42 \text{ kg } P_2O_5$ en 126 kg N -totaal. Voor werkzame N en P_2O_5 worden de hoeveelheden vermenigvuldigd met respectievelijk 0.9 en 1.5. Een aanvullende gift van 33 kg N met kunstmest is voldoende om de N-behoefte op perceel m4 te dekken.

Perceel m5 heeft 1 jaar gras als tussenvrucht gehad (m-m-g). Voor een ondergeploegde zode van éénjarig grasland wordt 70 kg werkzame N ingerekend en $10 \text{ kg } P_2O_5$ (paragraaf 3.3.2). Perceel m5 wordt gekort met $10 \text{ kg } P_2O_5$ (Figuur 4.3). Een drijfmestgift van 42 m^3 is nu voldoende om zowel de behoefte van zowel N als P_2O_5 te dekken, zonder een aanvullende kunstmestgift.

MAÏSLAND: resultaten						
Algemene perceelskenmerken		1	2	3	4	5
Naam/nummer perceel		m1	m2	m3	m4	m5
Oppervlakte perceel (ha)		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Jaargift organische mest						
Bemesten uit mestopslag (opslag)		nvt	put 2	put 2	put 1	put 1
Organische mesttoediening (ton per ha)		0	42	53 *	35	43
Jaargift stikstof en fosfaat						
Stikstof uit organische mest (N-totaal) (kg per ha)		0	168	213	126	153
Stikstof uit kunstmest (kg per ha)		0	15	22	33	0
Stikstof jaargift (werkzaam) (kg per ha)		0	116	150	147	92
Fosfaat uit organische mest (kg per ha)		0	56	71	42	51
Kali uit organische mest (kg per ha)		0	244	309	203	247
Kali uit kunstmest (bijbemesten) (kg per ha)		80	0	0	0	0

NB: Zorg bij rijenbemesting in maisland dat de gehalten in de mest voldoende zijn. Kies eventueel voor mest uit een andere put.

* De adviesgift is hoger dan 50 ton per ha

Figuur 4.5 Het resultaat van de verdeling van meststoffen over de maïspcelen.

4.2.2 Graspercelen

Figuur 4.6 geeft een overzicht van de planning voor de bemesting van graspercelen op het voorbeeldbedrijf. De invoer van percelen g1 en g2 zijn gelijk met uitzondering dat perceel g1 een correctie krijgt op de P_2O_5 -bemesting (-10 kg ; Figuur 4.4). De N-jaargiften voor de g1 en g2 zijn respectievelijk 295 en 302 kg werkzame N. Door de P_2O_5 -correctie op g1 is de drijfmest op dit perceel $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ lager (67 versus 76). De lagere drijfmestgift wordt gecompenseerd door een hogere N-kunstmestgift (145 versus $134 \text{ kg}/\text{ha}$). De verdeling van de jaargiften (drijfmest en kunstmest) over de eerste snede en beschikbaar voor de latere snedes (Figuur 4.6) wordt op basis van een % van de jaargift bepaald (zie paragraaf 3.3.3) en kan door de gebruiker zelf ingesteld worden. Het resultaat van de verdeling over de eerste snede en beschikbaar voor de latere snedes wordt in deze paragraaf niet besproken.

De invoer van de percelen g3 en g4 verschillen in opbrengstcapaciteit (respectievelijk 90 en 110%) en in het percentage klaver (respectievelijk 20 en 0%). Beide percelen worden beweide. Het verschil in N-jaargift tussen g3 en g4 is vrij groot (respectievelijk 244 en 322 kg werkzame N). Dit is alleen de werkzame N uit toegediende drijfmest, weidemest en kunstmest. Daarbovenop komt nog de N uit binding door klaver (26 kg op perceel g3). Het verschil in de P_2O_5 -jaargift met drijfmest tussen g3 en g4 is bijna $20 \text{ kg}/\text{ha}$ (respectievelijk 62 en 81 kg).

De invoer van de percelen g5 en g6 verschillen in beweidingintensiteit. Perceel g5 wordt de eerste snede gemaaid en g6 wordt beweide. Daarnaast wordt perceel g6 ook in de latere snedes meer beweide. De N-jaargift, uitgedrukt in werkzame N uit drijfmest, weidemest en kunstmest, is op perceel g5 $284 \text{ kg}/\text{ha}$ en perceel g6 $246 \text{ kg}/\text{ha}$. Het verschil in de ingerekende hoeveelheid weidemest (N-totaal) tussen de percelen

g5 en g6 is 131 kg N/ha (respectievelijk 65 en 196). Door de intensievere beweiding van perceel g6 is de adviesgift dan ook 37 m³/ha lager dan van perceel g5 (respectievelijk 20 en 57 m³/ha).

De invoer van de (wisselbouw)percelen g7 en g8 verschillen in fase in de rotatie. Perceel g7 is eerstejaars gras na een periode van 3 jaar maïs (m-m-m). Perceel g8 wordt derdejaars grasland (m-g-g). Eerstejaars grasland heeft een extra mestgift nodig van 75 kg N en 21 kg P₂O₅ (75/3.5). Door de extra behoefte aan P₂O₅ is de drijfmestgift op perceel g7 hoger dan op g8 (respectievelijk 85 en 76 m³/ha). De extra behoefte aan N op perceel g7 t.o.v. perceel g8 wordt ingevuld door wat extra drijfmest, aangevuld door extra kunstmest (respectievelijk 169 en 134 kg/ha).

GRASLAND: resultaten									
Algemene kenmerken		1	2	3	4	5	6	7	8
Naam/nummer perceel		g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8
Oppervlakte perceel	(ha)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Graslandgebruik		maaien	maaien	1e snede m	1e snede m	1e snede m	1e snede w	maaien	maaien
Jaargift organische mest									
Organische mest toediening	(ton per ha)	67	76	50	65	57	20	85	76
Jaargift stikstof en fosfaat									
Stikstof uit organische mest (N-totaal)	(kg per ha)	251	282	185	241	213	75	316	282
Stikstof uit weidemest (N-totaal)	(kg per ha)	0	0	67	67	67	200	0	0
Stikstof uit kunstmest	(kg per ha)	146	134	121	165	143	162	169	134
Stikstof jaargift (werkzaam)	(kg per ha)	297	303	245	324	285	247	359	303
Fosfaat uit organische mest	(kg per ha)	84	95	62	81	72	25	106	95
Fosfaat uit weidemest	(kg per ha)	0	0	22	22	22	66	0	0
Andere bronnen									
N-binding klaver	(kg per ha)	0	0	26	0	0	0	0	0
Bemesting 1e snede (planning)									
Bemesten uit mestopslag	(opslag)								
Gift organische mest	(ton per ha)	25	28	23	30	27	6	35	31
Werkzame stikstof uit organische mest	(kg per ha)	30	34	25	33	29	7	38	34
Fosfaat uit organische mest	(kg per ha)	34	38	28	37	32	8	43	38
Kali uit organische mest	(kg per ha)	146	164	135	176	155	36	204	182
Stikstof uit kunstmest	(kg per ha)	56	52	44	60	52	41	62	49
Kali uit kunstmest (bijbemesten)	(kg per ha)	0	0	0	0	0	1	0	0
Beschikbaar voor latere snedes									
Organische mest	(ton per ha)	40	46	27	36	32	14	51	46
Stikstof uit kunstmest	(kg per ha)	90	81	76	105	91	121	107	84

NB: Bij een advies voor org. mest gift 1e snede groter dan 40 ton per ha is het aan te bevelen om deze hoeveelheid in 2 giften toe te dienen

Figuur 4.6 Het resultaat van de verdeling van meststoffen over de graspercelen.

4.2.3 Mestbalans

Figuur 4.7 geeft een overzicht van de mestbalans op het voorbeeldbedrijf. Bovenaan het overzicht van de mestbalans is de beschikbaarheid van meststoffen op grasland versus de behoefte weergegeven. De PerceelVerdeler gaat eerst de maïspcelen zo optimaal bemesten (paragraaf 2.2). De meststoffen die overblijven van het totaal is vervolgens beschikbaar voor grasland. In dit voorbeeld is er te weinig N beschikbaar (26%) om het grasland naar behoefte te bemesten. De beschikbaarheid van P₂O₅ is in dit voorbeeld groter dan de behoefte (6%). Dit is goed zichtbaar bij perceel g2. G2 een 'gemiddeld perceel', zonder correcties. De P₂O₅-behoefte van dit perceel is dan ook gelijk aan de opgegeven opbrengst van 90 kg (Figuur 4.1). Doordat er in totaal meer P₂O₅ beschikbaar is voor het bemesten van grasland is de adviesgift met drijfmest voor perceel g2 in dit geval 95 kg P₂O₅ (Figuur 4.4).

De 'mestbalans van 1 januari t/m bemesting eerste snede (planning)' geeft een overzicht van de meststromen tussen deze 2 tijdstippen (in dit geval tussen 1 januari en 15 maart). Deze 'balans' geeft een indicatie of er op het moment van bemesten genoeg dierlijke mest aanwezig is voor het uitvoeren van de planning.

Het volgende blok in het overzicht van de mestbalans geeft een indicatie van het verbruik van dierlijke mest uit de verschillende mestvoorraden voor het bemesten van grasland voor de eerste snede. Het is niet mogelijk om de uitputting per mestvoorraad exact bij te houden. Dit overzicht geeft een indicatie van het verbruik per mestvoorraad en het is vervolgens aan de gebruiker zelf om het verbruik te beoordelen.

Het volgende blok in het overzicht van de mestbalans geeft het totale verbruik per mestsoort weer, vergeleken met de beschikbaarheid (voorraad + productie + aanvoer - afvoer). Dit is het verbruik per mestsoort voor de bemesting van grasland voor de eerste snede plus de bemesting van maisland.

Tot slot wordt in de mestbalans een overzicht gegeven van de hoeveelheid te gebruiken kunstmest op grasland per soort (soort is uitgedrukt als % N).

MESTBALANS: resultaten			
Beschikbaarheid meststoffen uit organische mest en kunstmest versus gekozen bemestingsniveau (voor grasland)			
Beschikbaarheid stikstof	(% behoefte)	De beschikbaarheid is 24 % lager dan gekozen bemestingsniveau	
Beschikbaarheid fosfaat	(% behoefte)	De beschikbaarheid is 6 % hoger dan gekozen bemestingsniveau	
Mestbalans van 1 januari t/m bemesting eerste snede grasland (planning)			
Voorraad organische mest op 1 januari	(ton)	1700	
Bemesting organische mest 1e snede	(datum)	15-03	
Mestafvoer voor bemestingstijdstip	(ton)	400	
Reserveren voor bouwland	(ton)	346	
Voorraad op de dag voor bemesting	(ton)	2463	
Voorraad organische mest na 1e snede	(ton)	Nog 685 ton drijfmest in opslag	
Stikstofgehalte organische mest	(kg per ton)	3.72	Afgeleid uit de voorraad op 1 januari
Fosfaatgehalte organische mest	(kg per ton)	1.25	Afgeleid uit de voorraad op 1 januari
Bemesting 1e snede: verbruik uit mestopslagen (excl. maisland)			
Verbruik uit put 1: melkkoe	(ton)	766	Check zelf het verbruik uit mestput 1 met de beschikbaarheid
Verbruik uit put 2: jongvee	(ton)	267	Check zelf het verbruik uit mestput 2 met de beschikbaarheid
Verbruik uit put 3: droge koeien	(ton)		
Verbruik uit opslag vaste mest	(ton)		
Verbruik uit opslag compost	(ton)		
Bemesting 1e snede: verbruik (incl. maisland)		Verbruik	Beschikbaar (voorraad + productie + aanvoer - afvoer)
Verbruik drijfmest	(ton)	1378	2063
Verbruik vaste mest	(ton)		
Verbruik compost	(ton)		
Bemesting 1e snede: kunstmest (grasland)		Product	Zuiver
Verbruik kunstmest: 27% N	(kg)	912	246

Figuur 4.7 Overzicht van de mestbalans op het voorbeeldbedrijf.

4.2.4 Werklijst

De werklijst is een overzicht van de verschillende bemestingen per perceel en is vooral bedoeld als hulpmiddel bij het uitvoeren van de planning (Figuur 4.8). Per perceel wordt aangegeven de hoeveelheid aan organische mest (ton/ha), welke soort en welke put. Op dezelfde manier wordt ook het verbruik van kunstmest aangegeven (N en K₂O).

WERKLIJST: bemestingen per perceel							
Naam perceel	Org. mest	Org. mest	Org. mest	Kunstmest N	Kunstmest N	Kunstmest N	Kunstmest K
	Gift per ha	Put	Soort (naam)	Gift per ha	N-gehalte	N per ha	K2O per ha
MAISLAND (jaarbasis)							
m1	0 ton	nvt	nvt			0 kg	80 kg
m2	42 ton	jongvee	Drijfmest			15 kg	0 kg
m3	53 ton	jongvee	Drijfmest			22 kg	0 kg
m4	35 ton	melkkoe	Drijfmest			33 kg	0 kg
m5	43 ton	melkkoe	Drijfmest			0 kg	0 kg
GRASLAND (1e snede)							
g1	25 ton	jongvee	Drijfmest	207 kg	27 %	56 kg	0 kg
g2	28 ton	jongvee	Drijfmest	194 kg	27 %	52 kg	0 kg
g3	23 ton	melkkoe	Drijfmest	163 kg	27 %	44 kg	0 kg
g4	30 ton	melkkoe	Drijfmest	223 kg	27 %	60 kg	0 kg
g5	27 ton	melkkoe	Drijfmest	193 kg	27 %	52 kg	0 kg
g6	6 ton	melkkoe	Drijfmest	152 kg	27 %	41 kg	1 kg
g7	35 ton	melkkoe	Drijfmest	229 kg	27 %	62 kg	0 kg
g8	31 ton	melkkoe	Drijfmest	182 kg	27 %	49 kg	0 kg

Figuur 4.8 Overzicht van de werkljst op het voorbeeldbedrijf.

5 Discussie

In deze discussie gaan we in op:

- Waar en hoe de PerceelVerdeler de uitvoering van de bemesting wezenlijk kan verbeteren,
- Het ontwerp van de PerceelVerdeler
- Hoe de PerceelVerdeler in de praktijk gebruikt kan worden
- Verschillen tussen de PerceelVerdeler en andere bemestingsprogramma's en adviesystemen.

5.1 Het toepassingsgebied van de PerceelVerdeler

Het mestverdelingsvraagstuk op het bedrijf is vooral relevant op bedrijven waar verschillen tussen percelen groot zijn. Daardoor is de bijdrage van de PerceelVerdeler niet op alle bedrijven even groot. Er zijn bedrijven waar de omstandigheden zo homogeen zijn dat een eenvoudig bemestingsplan volstaat. De meest eenvoudige situatie is een bedrijf met alleen grasland, waar bodemkwaliteit, bodemtype en hydrologische omstandigheden gelijk zijn en waar niet beweid wordt. Hier is de bijdrage van de PerceelVerdeler als richtsnoer voor mestverdeling beperkt. Op bedrijven met veel variatie in bodemtypen en grondwaterstanden, waar grondruil plaatsvindt met andere bedrijven, waar gewasrotatie plaatsvindt, en/of beweid wordt is er juist veel aanleiding om het niveau van bemesting te differentiëren. Dergelijke bedrijven zijn bijvoorbeeld veel te vinden op de Oostelijke zandgronden. Het feit dat differentiatie van jaargiften niet algemeen wordt toegepast, betekent niet dat differentiatie niet belangrijk is, maar dat de aspecten waarmee bij deze differentiatie rekening gehouden moet worden, lastig te vatten zijn op een praktisch bedrijf. De PerceelVerdeler maakt deze complexiteit hanteerbaar voor de praktijk.

Eerder is al aangegeven dat de PerceelVerdeler er van uit gaat dat de volledige gebruiksruijme van N en P_2O_5 benut wordt. Dat wil overigens niet zeggen dat de gebruiksnormen als 'het nieuwe advies' gezien moeten worden; dat is niet het uitgangspunt van de PerceelVerdeler. De PerceelVerdeler streeft een landbouwkundig optimale verdeling van de binnen de gebruiksnormen beschikbare mest na.

Ondernemers die minder mest willen aanwenden dan maximaal is toegestaan, hebben niet alleen een verdelingsvraag, maar zijn ook gebaat bij inzicht in de gevolgen van terughoudend bemesten voor hun gewasproductie. Dergelijk inzichten kunnen ontleend worden aan gewasresponscurves, maar niet aan de PerceelVerdeler.

De PerceelVerdeler kan vooral voordeel hebben op bedrijven met een sub-optimale N bemesting in gras – wat vaak gepaard gaat met een laag RE gehalte in voorjaarskuilen van gras. Op deze bedrijven kan een hogere mestgift in gras heel effectief zijn en het is dan de vraag op welke plekken op het bedrijf die mest 'vrijgespeeld' kan worden. De PerceelVerdeler brengt dit in beeld; in eerste-jaars maïs na ondergeploegd derde-jaars gras, kan bemesting bijvoorbeeld achterwege blijven.

5.2 Het principe van efficiënt bemesten

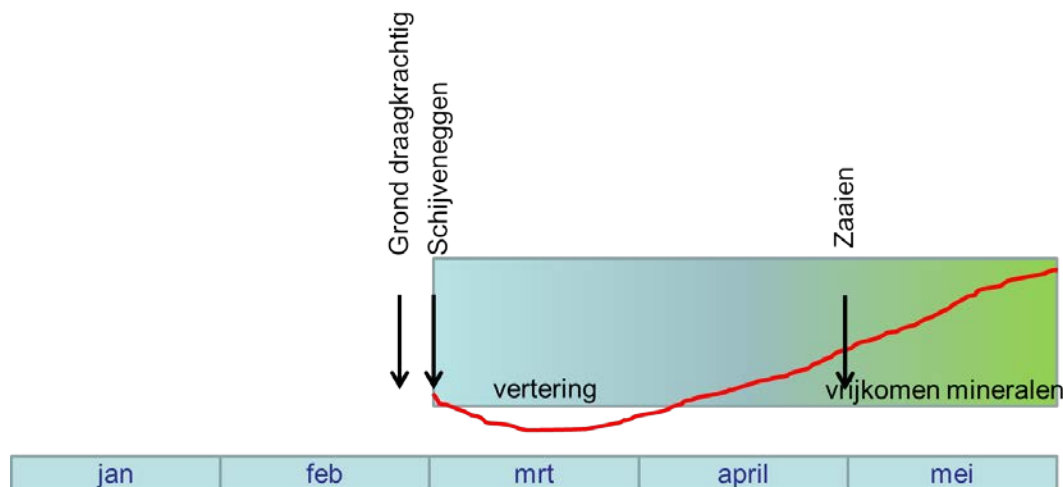
De PerceelVerdeler is ontwikkeld als hulpmiddel om de ruwvoerproductie en mineralenbenutting te verhogen. Een goed mestmanagement en kennis van de verschillende percelen is daarbij belangrijk. Die kennis van percelen voor het uitvoeren van een goed mestmanagement hebben we in de PerceelVerdeler zo praktisch mogelijk benaderd door het opvragen van perceel-specifieke eigenschappen. Het principe achter een goed mestmanagement is om de mest daar te brengen waar het nodig is (efficiënt bemesten). De aanname is dat bij een op maat verdelen van mest over de percelen de terugwinning van mineralen in het gewas hoger is dan bij een gelijke verdeling van mest over de percelen. Dit principe kunnen we toelichten met Figuur 1.1 uit de inleiding. In Figuur 1.1 zijn 3 verschillende opbrengstrespons curves voor N weergegeven. Wordt de mest gelijk verdeeld over de percelen dan is de gift bijvoorbeeld 300 kg N/ha, in de figuur aangegeven met de groene, verticale stippellijn. De terugwinning van N op percelen met de eigenschappen van de onderste curve (blauw) is dan gelijk aan nul: een bemesting boven ca. 250 kg N/ha levert geen extra opbrengst meer op. Het omgekeerde is het geval bij percelen met eigenschappen van de

bovenste opbrengstcurve (rood). Op die percelen wordt bij een bemesting van 300 kg N/ha het opbrengstpotentieel niet gehaald. De terugwinning van N is wel hoog bij een gemiddelde bemesting, maar het zou efficiënter zijn om het teveel aan mest op percelen met de eigenschappen van de onderste curve te verplaatsen naar percelen met de eigenschappen van de bovenste curve. Daarmee wordt bereikt dat op bedrijfsniveau de terugwinning van N in het gewas hoger uitkomt.

De huidige versie van de PerceelVerdelers hanteert het principe van maïs zo optimaal bemesten en de overgebleven meststoffen van het budget verdelen over de graspercelen. Is het beschikbare overgebleven budget minder dan de behoefte, dan kunnen de graspercelen niet bemest worden naar behoefte ('kaasschaafmethode'). Het is te overwegen om ook de maïs niet optimaal te bemesten, maar bijvoorbeeld op 80% van het advies.

5.3 Nawerking van ondergeploegde graszode

De PerceelVerdelers houdt rekening met de nalevering van N en P₂O₅ uit ondergeploegde graszodes, zowel van meerjarig grasland als van een eventueel vanggewas. Vooral maïs kan in het eerste jaar na scheuren volledig teren op de N en P₂O₅ uit ondergeploegde graszode. Om het volggewas optimaal te laten profiteren van de nalevering dient de graszode wel op tijd kapot gemaakt te worden. Na het scheuren van een zode wordt namelijk eerst wat N en P₂O₅ vastgelegd en pas later weer afgegeven. In de figuur is dit principe schematisch weergegeven. De rode lijn geeft de beschikbaarheid van minerale stikstof weer. Het probleem van te vroeg scheuren is meestal de draagkracht, maar brengt ook risico's mee van verlies door uitspoeling, net als bij te vroeg bemesten. Vroeg in maart is het beste compromis, maar houdt rekening met de weersomstandigheden die toch ieder jaar weer verschillen. Bemest in het voorjaar het vanggewas niet. Om de vrijkomende mineralen uit meerjarig grasland goed te benutten is het beter om voor de maïszaai geen snede te bemesten en te oogsten.



Figuur 5.1 Schematische weergave van de N en P₂O₅ dynamiek na het onderwerken/kapot maken van een graszode.

5.4 Eenvoud, complexiteit en databehoeft

Tijdens het toetsen van de PerceelVerdelers werd er vaak op gewezen dat het van belang is om het instrument zo eenvoudig mogelijk te houden. Tegelijkertijd werden ook uitbreidingen gesuggereerd. Zo werd gevraagd om:

1. Een indicator voor de mestvoorraad en voor de beschikbaarheid van mest na de bemesting van maïs en de eerste snede gras: deze is opgenomen
2. Een advies voor K₂O in aanvulling op N- en P₂O₅: dit is opgenomen
3. Een advies voor sporenelementen: dit is niet opgenomen
4. Een advies voor bekalking in relatie tot de pH: deze is niet opgenomen.

5. Een berekening van de kosteneffectiviteit van verfijning in de bemesting: deze is niet opgenomen

De voorgestelde toevoegingen zijn alle inhoudelijk zinvol. De belangrijkste reden om enkele suggesties niet op te volgen is dat dit een te grote gegevensbehoefte zou opleveren, wat ten koste gaat van gebruiksvriendelijkheid. De PerceelVerdeler in zijn huidige vorm is dus een compromis van verschillende gebruikswensen. Het is mogelijk dat basis van meer praktijkervaring later nog aan de PerceelVerdeler op onderdelen toe worden gevoegd of juist verwijderd.

In zijn huidige vorm is de databehoefte van de PerceelVerdeler – afhankelijk van gemaakte keuzes bij invullen – vrij groot. Dit probleem kan opgelost worden door koppeling van verschillende databestanden met bedrijfs- en vooral perceelsgegevens. Zo'n koppeling is van groot belang omdat de bedrijfsvoering in de melkveehouderij kennis en gegevens intensiever is geworden.

5.5 Wetenschappelijke verantwoording

Het is van belang dat adviezen gestoeld zijn op gepubliceerde kennis uit wetenschappelijk onderzoek. Dit garandeert de kwaliteit van het advies en de meerwaarde voor gebruikers en kan ook duidelijkheid scheppen over (grenzen aan) de bruikbaarheid. Daarom zijn in dit rapport rekenregels weergegeven. Bij het construeren van een adviessysteem op bedrijfsniveau is het echter onvermijdelijk om ook gebruik te maken van 'logisch redeneren' en 'expert judgement'.

Dat komt doordat een bedrijfssysteem een lastig te onderzoeken grootte is. Er zijn tal van bemestingsproeven in gras en maïs beschikbaar op basis waarvan vastgesteld kan worden wat de relatie is tussen bijvoorbeeld de N-gift en de N-opbrengst of de droge stofopbrengst (o.a. Oenema & Verloop, 2008; Vellinga & André, 1999). Veldproeven hierover bij vruchtopvolging zijn al een stuk dunner gezaaid (o.a. Nevens, 2003). Nu kan op basis van onderzoek zeker nog wel vastgesteld worden dat het weglaten van (N) bemesting in maïs na meerdere jaren gras, veelal niet tot een opbrengstderving leidt (Hilhorst et al., 2001; Verloop, 2013). Op grond van dit onderzoek op De Marke is ons advies weglaten van (N) bemesting in maïs na meerdere jaren gras. In de PerceelVerdeler wordt deze redenering tot op alle percelen van het bedrijf doorgezet. De combinatie van de rekenregels en de ingevulde gegevens leidt tot een verdeling van mest zoals geadviseerd door de PerceelVerdeler. De ultieme toets van de kwaliteit van dit advies zou zijn: vergelijk bedrijven dat de PerceelVerdeler heeft toegepast met bedrijven die dat niet doen. Het is de vraag of het haalbaar is om deze toets uit te voeren. Daarom is helder beschrijven van denklijnen en deze blootstellen aan commentaar van belang.

5.6 Leren bij gebruik

De PerceelVerdeler daagt veehouders uit om op een andere manier naar de mestverdeling te kijken dan ze jaren achtereen steeds op eenzelfde manier hebben gedaan. Wij verwachten hiervan een leer-effect dat leidt tot nieuwe vragen en oplossingen. Voorbeelden zijn:

- Een beter besef van de grenzen aan de gebruiksruijme.
- Het ontdekken van percelen waar veel minder bemest kan worden gebracht dan voorheen gedacht.
- zich bewust worden van het effect van het N- en P_2O_5 -gehalte van mest op de adviesgift in m^3/ha .
- Inzicht in het voordeel van het afstemmen van de mestvoorraden met een verschillende kwaliteit op percelen met een verschillende behoefte.
- Inzicht in de gevolgen van de mestopslagcapaciteit en van de timing van mestafvoer voor de beschikbaarheid van mest in de tweede snede gras.

5.7 Andere adviessystemen

In de inleiding werd al aangegeven dat er verschillende andere adviessystemen zijn voor het uitvoeren van bemesting. In elk geval één daarvan is ook in het bijzonder gericht op mestverdeling, te weten de

MestverdelingsWijzer (www.bemestingsadvies.nl/informatie.html). De verschillen tussen en de PerceelVerdeler zijn nog niet goed in kaart gebracht. Net als de PerceelVerdeler gaat de MestVerdelingswijzer ook uit van de beschikbare hoeveelheid drijfmest op het bedrijf om die zo optimaal te verdelen over de percelen. Ook verdeelt de MestverdelingsWijzer de drijfmest op basis van P_2O_5 . De belangrijkste verschillen tussen de MestverdelingsWijzer en de PerceelVerdeler zijn:

1. De MestverdelingsWijzer baseert de verdeling van de mest op het bemestingsadvies voor grasland en voedergewassen. Hierbij kort het programma de percelen met een hoge P_2O_5 -voorraad relatief sterker dan percelen met een lage P_2O_5 -voorraad. De PerceelVerdeler laat die keuze aan de gebruiker zelf om bijvoorbeeld ook te kiezen de percelen met een hoge P_2O_5 -voorraad om die voorraad zoveel mogelijk in stand te houden (mits de voorraad strekt).
2. De MestverdelingsWijzer houdt geen rekening met verschillen in opbrengstvermogen tussen de percelen.
3. De MestverdelingsWijzer beperkt zicht tot de bemesting van drijfmest.

Elk van de andere adviessystemen die in de inleiding zijn genoemd hebben hun eigen manier om een advies te geven voor de bemesting van één of meerdere nutriënten. Vaak wordt daarbij aangesloten bij de huidige bemestingsadviezen van de CBVG, 2016 (www.bemestingadvies.nl). Ten opzichte van andere adviessystemen heeft de PerceelVerdeler heeft met name een toegevoegde waarde bij:

1. De PerceelVerdeler houdt rekening met opbrengstverschillen tussen de percelen: percelen die meer nutriënten onttrekken krijgen een hogere bemesting dan percelen die minder opbrengst leveren. Opbrengstverschillen tussen percelen zijn niet gebaseerd op bodemeigenschappen, maar dient door de gebruiker te worden opgegeven.
2. De PerceelVerdeler houdt rekening met perceel-specifieke intensiteit van beweiding en rekent aan weidemest een bepaalde hoeveelheid werking van N en P_2O_5 toe.
3. De PerceelVerdeler hanteert een flexibele benadering van bemesten op basis van de bodemeigenschappen P_2O_5 -toestand en NLV. In de meeste adviessystemen wordt standaard percelen met hoge voorraden aan N en/of P_2O_5 gekort op de bemesting. In de PerceelVerdeler heeft de gebruiker die keuze zelf om te bepalen hoe hij/zij daarmee omgaat.
4. De PerceelVerdeler faciliteert gebruikersvriendelijke hulpmiddelen zoals het bijhouden van een mestbalans (paragraaf 4.2.3) en een werklijst 'voor op de trekker' (paragraaf 4.2.4).

Een systematische vergelijking van de hiervoor genoemde en andere adviessystemen, lijkt zeker zinvol. Dit maakt de keuze van het te gebruiken adviessysteem makkelijker. We bevelen dan ook aan om deze vergelijking uit te voeren.

Literatuur

- CBVG, 2016. www.bemestingadvies.nl.
- Hilhorst G., J. Oenema & H. Van Keulen, 2001. Nitrogen management on experimental dairy farm 'De Marke': farming system, objectives and results. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49: 135-151.
- Elgersma, A. & J. Hassink, 1997. Effects of white clover (*Trifolium repens* L.) on plant and soil nitrogen and soil organic matter in mixtures with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plant and Soil* 197, 177-186.
- Kirkby, C.A., J.A. Kirkegaard, A.E. Richardson, L.J. Wade, C. Blanchard & G. Batten, 2011. Stable soil organic matter: A comparison of C:N:P:S ratios in Australian and other world soils. *Geoderma* 163, 197-208.
- Nevens, F., 2003. Nitrogen use efficiency in grassland, silage maize and ley/arable rotations. PhD Thesis, Universiteit Gent
- Oenema, J. & J. Verloop, 2008. De invloed van stikstofgebruiksnormen van grasland op zandgrond op de opbrengst en milieubelasting. Een gevoeligheidsanalyse. Wageningen, Plant Research International, Rapport 192, 48 pp.
- Schils, R.L.M., Th.V. Vellinga & T. Kraak, 2001. Dry-matter yield and herbage quality of a perennial ryegrass/white clover sward in a rotational grazing and cutting system. *Grass and Forage Science* 54, 19-29.
- Schils, R.L.M., 2002. White clover utilisation on dairy farms in the Netherlands. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen, 149 pp.
- Shaw, R., R.M. Lark, A.P. Williams, D.R. Chadwick & D.L. Jones, 2016. Characterising the within-field scale spatial variation of nitrogen in a grassland soil to inform the efficient design of in-situ nitrogen sensor networks for precision agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 230: 294-306
- Vellinga, T.V. & G. André, 1999. Sixty years of Dutch nitrogen fertiliser experiments, an overview of the effects of soil type, fertiliser input, management and developments in time. *Netherlands Journal of Agriculture Science* 47: 215-241
- Verloop, J., 2013. Limits of effective nutrient management in dairy farming: analyses of experimental farm De Marke. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen



Secretariaat Koeien & Kansen

Postbus 338
6700 AH Wageningen
T (0317) 48 01 77
E info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl